

备用电源自投装置非预期动作情况分析

杨晓利, 郭建彬

(邢台供电公司, 河北 邢台 054001)

摘要: 就不同方式的备用电源自投装置(简称备自投)在运行中的非预期动作情况进行了分析, 如线路备自投、高压母联备自投、低压备自投等。并就如何避免备自投装置的非预期动作, 减少电网及设备风险, 提高供电可靠性, 提出了一系列措施和可行方案, 如工作线路过电流闭锁、变压器差动保护动作闭锁、变压器低压后备保护动作闭锁、备自投启动联切小火电并网线等。

关键词: 备自投; 非预期动作; 防止措施

中图分类号: TM 732

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2006)01-0096-03

随着电力负荷的快速增长和电网规模的不断扩大, 为适应 110 kV 系统大量短线负荷型供电群落的出现, 简化电网结构和保护配置^[1], 减少环网、避免电磁环网对电网稳定的不利影响, 备用电源自投入装置(以下简称备自投)在电网中广泛应用。备自投的应用提高了供电可靠性, 但其在某些运行情况下的非预期动作已成为必须面对和解决的问题。

1 备自投的运行方式和基本原理

110 kV 系统常用的备自投运行方式可分为 3 种: 110 kV 线路备自投, 高压母联备自投, 中压侧或低压侧母联备自投^[2](以下简称低压母联备自投)。

a. 110 kV 线路备自投(图 1)应用在 2 条线路供电的变电站, 且运行方式为一主(工作线路)一备(备用线路), 变电站为单台变压器或 2 台以上变压器并列运行方式。工作母线因故失电(线路永久故障出线保护跳闸后重合不成功, 或进线开关偷跳, 或上级系统失电)后, 备自投动作跳开工作线路的进线开关 QF₁, 合上备用线路的进线开关 QF₂, 恢复全站供电。

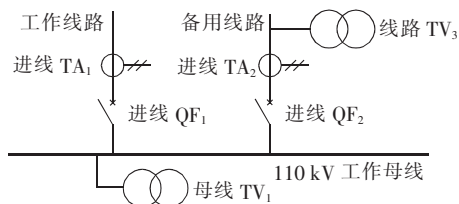


图 1 线路备自投示意图

Fig.1 Line automatic bus transfer equipment

b. 高压母联备自投(图 2)应用在 2 条线路供电的变电站, 2 条线路均为工作线路, 且变电站运行方式为全分列(从高压到低压分列)方式。当 1 条工作线路因故失电后, 备自投动作跳开失电工作线路的进线开关 QF₁(或 QF₂), 合上母联开关 QF₃, 恢复变电站失电变压器的供电。

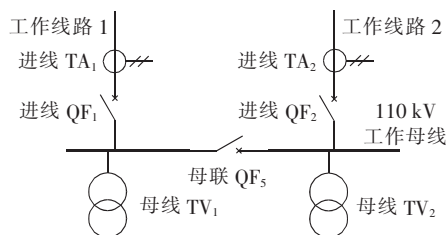


图 2 高压母联备自投示意图

Fig.2 High-voltage bus-tie automatic bus transfer equipment

c. 低压备自投(图 3)应用在 2 台以上变压器运行方式中, 且变压器低压侧为分列运行方式。在 1 台变压器的低压母线因故失电(变压器故障跳闸、开关偷跳或因上级系统失电引起)后, 备自投动作跳开该变压器的主进开关 QF₇(或 QF₈), 合上母联开关 QF₉, 恢复对失电的低压母线供电。

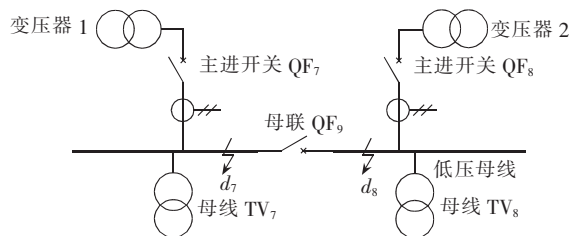


图 3 低压备自投示意图

Fig.3 Low-voltage bus-tie automatic bus transfer equipment

以上 3 种方式的备自投动作基本原理相同, 都是判断以下 3 个条件同时满足时启动, 并经延时动作出口, 跳开工作开关, 之后合上可以提供电源的备用线路(或母联)开关, 恢复对失电母线供电。

下面是 3 个动作条件及其整定原则^[3]。

a. 工作母线无压。取用 110 kV 母线 TV 的相电压(图 1~3 中 TV₁, TV₂, TV₇, TV₈), 判据定值一般整定为 0.3 U_e。

b. 工作电源电流消失。取用工作线路进线开关 TA 的相电流(图 1 中 TA₁、图 2 中 TA₁ 和 TA₂、图 3 中

TA₇ 和 TA₈),按躲过线路最小负荷电流整定。

c. 备用线路(或母线)有压。取用线路(或母线)TV 的相电压(图 1 中 TV₃、图 2 中 TV₂ 或 TV₁、图 3 中 TV₈ 或 TV₇),判据定值整定 $0.7U_e$ 。

2 线路备自投动作分析

2.1 备自投的正常动作

a. 对于单母线分段接线方式(见图 4)或内桥接线方式(见图 5),当运行的 110kV 工作线路 d_1 点发生永久性故障,或因上级系统失电造成线路失电,而使变电站失电时,备自投满足动作条件,跳开工作线路 QF₁ 后,合上备用线路 QF₂,恢复对该变电站供电。

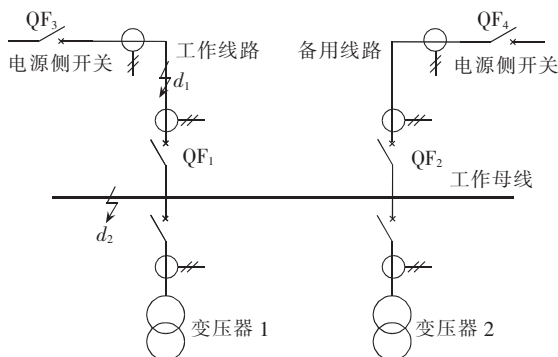


图 4 单母线分段方式示意图

Fig.4 Connection of sectionalized single-busbar system

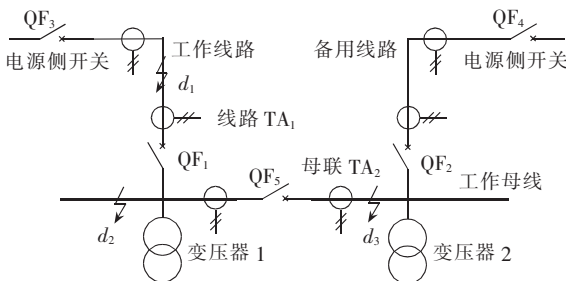


图 5 内桥接线方式示意图

Fig.5 Connection of internal bridge

b. 对于内桥接线方式,工作线路对应的 110 kV 母线发生故障(图 5 的 d_2 点)时,因内桥接线方式中变压器 1 差动保护的高压电流回路由线路 TA₁ 和母联 TA₂ 的和电流组成,即这段母线在差动保护范围内^[4],当母线故障时,差动保护瞬时跳开工作线路 QF₁ 和母联 QF₅,此时备自投动作条件满足,跳开工作线路 QF₁ 后合上备用线路 QF₂,恢复备用线路对另一段健康母线及其变压器供电。

如果故障发生在备用线路对应的母线上(图 5 的 d_3 点),对应变压器差动保护动作,只造成该段母线及其变压器停电,不影响健康母线及其变压器继续运行,备自投装置不具备动作条件。

2.2 备自投的非预期动作

对于单母线分段的接线方式,当工作母线(无论哪段)发生永久性故障时(图 4 的 d_2 点),因末端变电站 110 kV 母线一般不配置母线保护,此故障由工

作线路上端线路保护动作切除^[5],即跳开电源侧线路开关 QF₃,经一次重合后加速跳闸。此时备自投具备动作的 3 个条件而动作,即跳开工作线路 QF₁,然后合上备用线路 QF₂。但由于母线故障点 d_2 存在,即合闸在故障母线上,通过原备用线路造成对系统的再次冲击并引起 QF₄ 跳闸。若备用线路上 T 接有另外变电站运行(从经济运行考虑,一般均为此方式,不会空充线路备用),则该线路重合闸投入,此时由于合闸到故障点,将发生跳闸、重合、加速跳闸多次冲击系统,并造成 T 接变电站失电,扩大事故停电范围。

3 高压母联备自投动作分析

3.1 母联备自投的正常动作

当线路发生永久性故障跳闸,或由于上端电源系统失电造成母线失电时,无论单母线分段或内桥接线哪种方式,母联备自投动作行为与 2.1 节 a 叙述动作行为相似,只是跳开故障工作线路的进线开关,后合上母联开关,通过另一工作线路对失电设备恢复供电。

3.2 母联备自投的非预期动作

当任何一段母线(内桥接线方式包括变压器差动范围内设备)发生永久性故障时,110 kV 母联备自投的动作都与 2.2 节分析的动作行为相似,即将母联开关合在母线或变压器的故障点上,不但对系统造成再次冲击,也造成另 1 条工作线路跳闸和变压器失电,扩大了事故停电范围,甚至会造成变压器损坏事故。

4 低压备自投动作分析

4.1 低压母联备自投的动作行为

当 1 台变压器内部故障跳闸或开关偷跳或因上级系统失电造成一段低压母线失电时,低压母联备自投动作跳开该变压器本侧主进开关,合上母联开关,恢复该失电母线的供电。

4.2 低压母联备自投的非预期动作

当低压母线发生永久故障(图 3 中 d_7 或 d_8 点)时,变压器后备保护会动作,跳开本侧主进开关以切除故障,此时低压备自投同样满足动作条件而动作,这就会将母联开关合在故障点上,不但对另一台变压器及系统造成再次冲击,同时另一台变压器的后备保护也会动作跳闸,造成另一段健康母线的失电,扩大了事故停电范围。

5 低压地区小火电造成备自投的非预期动作

近年来,由于电力供求原因^[6],地区电源小火(热)电厂(以下简称小电厂)大批上马,且容量越来越大。在中、低压母线有小电厂并网的 110 kV 变电站,不论该站的备自投是哪种方式,自投动作都存在这样的问题:当 110 kV 线路、变压器或母线等设备发生故障并跳闸时,若小电厂机组并不能可靠解列(由于小电厂设备维护的技术方面及管理等原因造成其机组低周低压解列装置正确动作率很低),可能出现

小电厂机组带小供电区域运行的情况,此时区域内周波、电压都不稳定,而备自投动作条件一旦满足而动作,将造成小电厂与系统非同期并列,可直接造成小火电机组损坏事故。小水电并网示意图如图6所示。

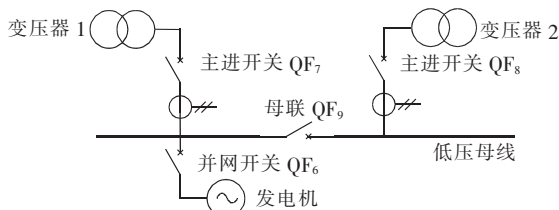


图6 小火电并网示意图

Fig.6 A parallel-in small power plant

6 防止备自投非预期动作的措施

备自投的非预期动作是不希望得到的动作行为,其非预期动作在实际中危害很大。由于母线和变压器故障概率很低,备自投非预期动作情况没有引起技术人员足够的注意,但是母线或变压器的故障一旦发生,又大多为永久性故障,备自投的动作必然产生冲击系统、停电范围扩大或设备损坏等后果,因此必须对此采取相应技术措施。

6.1 措施1:工作线路过电流闭锁

工作线路过电流反映了母线或变压器内部故障的发生。对于单母线分段方式的110 kV线路备自投或高压母联备自投,采用工作线路过电流(图1中TA₁)闭锁备自投动作的方式。过电流定值按躲过变电站最大负荷电流,校验对母线最小短路电流有足够灵敏度整定^[7]。对于双向线路备自投(工作线路和备用线路可互换的运行方式)和母联备自投,还应将2条110 kV线路过电流(图2中TA₁,TA₂)同时接入。

6.2 措施2:变压器差动保护动作闭锁

变压器差动保护反映差动范围内故障,内桥接线方式的110 kV母线在变压器差动范围内。该方式的110 kV线路备自投或母联备自投,可采用变压器差动保护动作闭锁的方式,利用变压器差动保护动作接点闭锁备自投动作。考虑到变压器故障时差动保护拒动的可能,变压器高压后备保护动作接点也并列接入闭锁备自投动作,以保证在110 kV母线

和变压器内部发生故障时,备自投都不动作。

6.3 措施3:变压器低压后备保护动作闭锁

对于110 kV变压器其低压侧后备保护作为该侧母线的远后备保护,采用变压器低压后备保护动作接点闭锁备自投动作,可以避免相应母线永久故障引起低压母联备自投非预期外动作。

6.4 措施4:备自投启动联切小火电并网线^[8]

为避免系统故障跳闸时小火电厂不可靠解列,而备自投动作将造成小火电厂与系统非同期并列的问题,可对备自投装置及回路增加一段动作时限和出口接点,在其跳开工作开关前先联跳小电厂并网线路的开关(图6中QF₆)。

参考文献:

- [1] 夏道止. 电力系统分析(下册)[M]. 北京:水利电力出版社, 1994.
 - [2] 能源部西北电力设计院. 电气工程电气设计手册(2)电气二次部分[M]. 北京:中国电力出版社, 1996.
 - [3] 李天华, 高文启, 王梅义, 等. DL/T 584-1995 3-110 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S]. 北京:中国电力出版社, 2000.
 - [4] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京:中国电力出版社, 1998.
 - [5] 刘万顺. 电力系统故障分析[M]. 北京:水利电力出版社, 1986.
 - [6] 赵希正. 中国电力负荷特性分析与预测[M]. 北京:中国电力出版社, 2002.
 - [7] 崔家佩, 孟庆炎, 衬永芳, 等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M]. 北京:水利电力出版社, 1993.
 - [8] 杨晓利, 郭建彬. 小火电并网有关问题的分析与措施[J]. 河北电力技术, 2005, 24(3): 22-30.
- YANG Xiao-li, GUO Jian-bin. Analysis on problems by on-line small plant and correcting measures[J]. Hebei Electric Power, 2005, 24(3): 22-30.

(责任编辑:李玲)

作者简介:

杨晓利(1969-),女,贵州安顺人,高级工程师,硕士研究生,从事电网继电保护管理工作(E-mail: yangxiaoli@xg.hbpc.com.cn);

郭建彬(1967-),男,河北隆尧人,高级工程师,硕士,从事变电与运行管理工作。

Analysis of unanticipated action of automatic bus transfer equipment

YANG Xiao-li, GUO Jian-bin

(Xingtai Electric Supply Corporation, Xingtai 054001, China)

Abstract: The unanticipated actions of automatic bus transfer equipment(BZT) in different operation patterns are analyzed, including line BZT, high-voltage and low-voltage bus-tie BZTs etc. A series of measures and feasible schemes are presented to avoid the unanticipated actions, such as working line over-current blocking, transformer differential protection action blocking and transformer low-voltage back-up protection action blocking, tripping off the parallel-in switch of small power plan at BZT startup, which reduces the risks of network and equipment and improves the reliability of power supply.

Key words: automatic bus transfer; unanticipated action; preventive measure